

ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЛИ

Г.М. Чернявский

*Центр космических наблюдений, Роскосмос
117997 Москва, ул.Профсоюзная 84/32
Email: icherny@cpi.space.ru*

Мировая практика ДЗЗ из космоса

Одним из важнейшим фактором устойчивого развития Российской Федерации является ряд взаимосвязанных проблем по использованию природных ресурсов, защищенности от масштабных угроз техногенного и природного характера, охраны окружающей среды,

Мировая практика свидетельствует, что наиболее эффективным средством информационного обеспечения при решении данных проблем являются спутниковые системы дистанционного зондирования Земли.

В США функционирует национальная система спутников мониторинга окружающей среды NPO-ESS, услугами которой пользуются во многих странах. На базе КА Terra, Aqua, Aura реализуются программа EOS и система сбора спутниковых данных и информации EOSDIS.

Стратегический план НАСА исследования Земли из космоса (Earth Science Enterprise) рассчитан на двадцать пять лет (2000- 2025гг.), и его основными целями являются:

- наблюдение, понимание и моделирование системы «Земля» (энергетического баланса планеты, переноса энергии между различными средами, глобального водооборота, биохимического цикла.);
- реализация экономического и общественного эффекта от исследования Земли и соответствующих технологий, в том числе в областях: управления природными ресурсами, транспортной и информационной инфраструктурой, мониторинга чрезвычайных ситуаций и окружающей среды;
- разработка и использование перспективных информационных и космических технологий для обеспечения выполнения целевых задач и национальных интересов.

К числу наиболее значимых космических программ наблюдения Земли относят: европейскую программу мониторинга и обеспечения безопасности Земли GMES, канадскую космическую программу на базе КА RADARSAT, японскую программу наблюдения Земли на базе КА ADEOS, индийскую систему дистанционного зондирования Земли IRS.

На международном уровне обсуждается 10-летний план создания глобальной системы всесторонних, скоординированных и устойчивых наблюдений Земли (GEOSS). При этом предполагаются следующие ключевые области наблюдения:

- наблюдения Земли в сфере погоды (в рамках ВМО)
- наблюдения суши, воды, климата, ледового покрова и океана в направлениях:
 - понимания природных бедствий посредством использования систем, координируемых Международной стратегией по уменьшению стихийных бедствий (ISDR);
 - исследования климата в рамках Всемирной программы исследования климата(WSRP) с помощью глобальной системы климатических наблюдений в поддержку VOOB и UNFCCC;
 - мониторинга и моделирования состояния океана с помощью Глобальной системы Наблюдения Океана (GOOS);
 - мониторинга в рамках Партнерства по интегральной глобальной стратегии наблюдения (IGOSP), включая океаны, углекислый газ, водный цикл, процессы твердой Земли (с акцентом на геологические опасности), прибрежной зоны, химия атмосферы и система Земля/биосфера.

Планы восстановления и развития спутникового ДЗЗ в России

Интересы страны в обеспечении национальной безопасности обуславливают активное участие России в усилиях мирового сообщества, направленных на наблюдение и познание Земли, как системы обеспечивающей устойчивое развитие Земной Цивилизации.

Вместе с тем из-за низкого уровня финансирования работ по ДЗЗ, выполняемых в соответствии с Федеральной космической программой 2001-2005гг, а также - допущенных системных просчетов и архаичных конструкторских решений к настоящему времени фактически прекратила существование орбиталь-

ная группировка отечественных КА ДЗЗ. На орбите функционирует в ограниченном объеме лишь КА «Метеор-3М» № 1.

Сегодня в целях восстановления и развития орбитальной группировки ДЗЗ и в соответствии с Решением коллегии Роскосмоса от 12.10. 04г. №4 в отрасли развернуты работы по подготовке к запускам на орбиты в 2005-2006гг. «Монитор-Э», «Ресурс-ДК», «Метеор-М», «Вулкан».

На этапе формирования находится Федеральная космическая программа (ФКП), на 2006-2015г.г, включающая подпрограмму 2 «Дистанционное зондирование Земли, гидрометеорологическое наблюдение, экологический мониторинг и контроль чрезвычайных ситуаций».

Сложное экономическое положение России при росте отставания космической деятельности от целого ряда стран мира вносят серьезные ограничения при разработке ФКП, как в определение приоритетов в фундаментальных и прикладных задачах ДЗЗ, так и при выборе технических средств для их реализации. Информационные и оперативные параметры последних должны иметь максимальные значения при наложенных системным окружением ограничениях.

Генеральными целями проекта ФКП 2006-2015гг выступают:

- получение фундаментальных научных знаний о Земле;
- мониторинг природных ресурсов во всех земных средах;
- гидрометеорологическое и геофизическое наблюдение;
- экологический мониторинг;
- контроль чрезвычайных ситуаций, возникающих при воздействии природных и техногенных факторов.

В качестве результатов реализации Программы ДЗЗ предполагается обеспечение глобальной мультисистемной информацией, предназначенной для:

- осуществления мер по снижению риска и нейтрализации последствий чрезвычайных ситуаций,
- повышения эффективности Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
- рационального природопользования, включая сохранение целостности природных систем и биологического разнообразия
- формирования системы государственных кадастров природных ресурсов и территорий традиционного природопользования.

При структуризации применительно к федеральным потребителям прикладные цели ДЗЗ представляют (см. рис.1):

1.ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ в рамках ВМО

РОСГИДРОМЕТ

2.МОНИТОРИНГ ЗЕМЛИ:

земельные, лесные, ----- ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ----- водные, океан
минеральные *МИНПРИРОДЫ МИНСЕЛЬХОЗ*

наземные ----- ЭКОСИСТЕМЫ ----- водные
МИНПРИРОДЫ МИНСЕЛЬХОЗ

лесные пожары ----- ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ -----землетрясения
половодья *МЧС*

*КАРТОГРАФИЯ
МИНТРАНС*

Рис.1

Некоторые данные об областях использования спутникового мониторинга Земли в социально-экономической сфере и информационных параметрах, применяемых космических средствах приведены на рис.2.

ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

- инвентаризацию сельскохоз. угодий	VIS, NIR	15 - 100м
- проведение с/х работ	VIS, NIR	50-100м
- прогноз урожайности	VIS, NIR	50-100м
- водный режим с/х угодий	VIS, NIR, TIR, MW	100 - 1000м.
- эрозия почв	VIS, NIR, TIR	15 -50м

ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

- обезлесивание (вырубка лесов)	VIS, NIR, IR	≤ 5, 15 - 250м
- инвентаризация лесов	VIS, NIR	≤ 5, 15 - 250м

МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

- поиска нефти, природного газа, угля	VIS	≤ 5, 15-50м*
- геологоразведочные работы	VIS+ IR	≤ 5, 15-50м

РЕСУРСЫ ВОДНЫЕ и ОКЕАНА

- водозапас бассейнов рек	VIS, NIR, TIR	15 - 1000м.
- грунтовые воды(обнаружение)	TIR	≤ 5м*
- ледовый покров	VIS, NIR, TIR, MW	100-1000м.
- биологические ресурсы	UV, VIS, NIR	1000м.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

- загрязнение водоемов	UV, VIS, NIR, TIR	≤ 5м*
- газы, вызывающие «парниковый эффект»	VIS+ MW	10-100км*
- аэрозоли в атмосфере	NIR	1-10км
- малые газовые компоненты в атмосфере	NIR, TIR, MW	10-100км*
- загрязнения атмосферы	VIS + IR	0,5-1км*

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- лесные пожары	VIS, NIR, IR	25 - 250м
- наводнения	VIS, MW	≤ 5, 15 - 1000м.

Рис.2

Механизмы реализации ФКП 2006-20015гг

Успеху программ, связанных с космической деятельностью, в том числе и в области ДЗЗ, способствуют эффективные механизмы их реализации, к которым относят организационное, научно-техническое и ресурсное обеспечение.

Юридическим основанием для проведения работ по ДЗЗ на ближайшее десятилетие наряду с Федеральной космической программой на 2006-2015гг. служат:

- Закон Российской Федерации от 20 августа 1993г № 5663-1 “О космической деятельности”, Федеральный закон Российской Федерации от 29 ноября 1996г №147-ФЗ “О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации “О космической деятельности”
- «Основы политики Российской Федерации в области космической деятельности» на период до 2010г», утвержденной президентом Российской Федерации 06.02.01г.(ип-36 Росавиакосмоса от 31.03.01г.)

Координацию космической деятельности в области ДЗЗ, согласно утвержденному Правительством РФ положению, осуществляет РОСКОСМОС. Научно-техническое руководство опытно-конструкторскими работами Р по ДЗЗ выполняет координационный совет генеральных (главных) конструкторов по космическим системам и комплексам ДЗЗ

В качестве пользователей спутниковыми данными со средств ДЗЗ, создаваемым в соответствии с ФКП выступают:

- федеральные (Росгидромет, Минприроды, МЧС, Минсельхоз, Минтранс, Роскартография, РАН);
- региональные;
- российские и зарубежные юридические и физические лица.

Первоочередными организационными мероприятиями на 2005г .по данной подпрограмме ФКП 2006-2015гг, являются:

- увязка данной подпрограммы с подпрограммами «Средства выведения КА», «Средства управления КА», «Системные исследования и прикладные НИР»;
- разработка и согласование ТТЗ на ОКР по КК ДЗЗ с федеральными потребителями спутниковых данных;
- проведение конкурсов для определения головных исполнителей ОКР и НИР, предусмотренных ФКП.

Результативность космических средств ДЗЗ предполагает три источника ресурсного обеспечения: государственное финансирование, инновационные технологии, международный рынок космических технологий и услуг.

Как свидетельствует мировая практика, ведущую роль здесь призвано играть государство. По данным ведущей американской фирмы по прогнозам в сфере аэрокосмических систем ФП рынок средств и продукции ДЗЗ за счет выше указанных составляющих финансирования за последние годы укрепился. Можно ожидать, что до 2010г. общий объем продукции составит 10,1 млрд. долл. и будет изготовлено 130 КА. В том числе, 11,9% рынка производства технических средств составят долю британской фирмы SSTL, которая планирует за счет своей продукции на базе МКА обеспечить доступ развивающихся стран к данным ДЗЗ.

Рынок изображения местности с разрешением 0,6-2м. будет финансироваться, главным образом, за счет государственных заказов в связи с высокой стоимостью этих услуг.

Весьма перспективной на рынке космических услуг представляется «ниша» продукции ДЗЗ в области съемок с высоким и средним разрешением, что частично было подтверждено при использовании в 90-е г.г. КА «Ресурс-О», «Метеор-М». Этому будет способствовать и одобренный в 2002г Закон Конгресс США об использовании данных ДЗЗ, который предусматривает стимулирование использования данных ДЗЗ и геоинформационных технологий в интересах государства, местных и региональных организаций.

Научно-техническое обеспечение предполагает: системный подход решения проблемы; использование фундаментальных и прикладных исследований; применение прогрессивных космических и информационных технологий.

Во многом конструктивное совершенство, надежность, ресурс и стоимость технических средств определяется степенью их унификации, что является существенной составляющей механизма реализации программы ДЗЗ 2006-2015гг. В этом плане предусматривается унификация конструкций: служебных модулей КА, бортовых комплексов управления.

Федеральная космическая система ДЗЗ

Многообразие и сложность целевых задач ДЗЗ обуславливают системный масштаб их решения в организационно - технологическом плане.

Основу ДЗЗ из космоса составляет некоторая совокупность космических средств, которая в нашем случае эксплицируется в виде Федеральной космической системы ДЗЗ (ФКС ДЗЗ). (см. рис3)

Системный анализ показывает, что ФКС ДЗЗ для эффективного функционирования должна обладать рядом свойств, таких как:

- масштабность системы, которая определяется, с одной стороны, возможностью ее деструкции при чрезмерном усложнении, с другой - риском потери атрибута эмерджентности и способности выполнять целевые функции при упрощении.
- представлять открытую систему, которая предполагает поэтапное (2006-2015г.г.) совершенствование информационных и оперативных характеристик, а также - увеличение многообразия федеральных и региональных пользователей, юридических и физических лиц;
- быть совместимой по информационным характеристикам с международными спутниковыми системами ДЗЗ и адаптируемой к Глобальной системе наблюдения Земли (GEOSS).
- функционировать в режимах: мониторинга Земных объектов и явлений, исследований и технологической отработки средств ДЗЗ.

Структура ФКС ДЗЗ должна обладать:

- постоянно действующей на солнечно-синхронных и геостационарных орбитах группировкой КА, при этом востребованность средств ДЗЗ на рынке космических услуг обуславливает предпочтение малогабаритных КА и ракет-носителей легкого;
- набором бортовых измерителей с применением пассивных и активных методов зондирования во всех доступных для ДЗЗ диапазонах (UV, VIS, NIR, IR, TIR, MW) с разрешением на местности от 2м до 10км;
- наземным комплексом территориально распределенных средств приема, обработки и распространения информации (НКПОР ДЗЗ), который формируется из НКПОР (центральный) и НКПОР (ведомственные, региональные);
- системным оператором, управляющим информационным ресурсом орбитальной группировки КА и координирующим предоставление услуг пользователям, а также информационные технологии;

Орбитальная группировка ФКС ДЗЗ формируется космическими комплексами (КК), которые подлежат создать согласно проекту ФКП на 2006-2015гг в числе 10 .

КК целесообразно дифференцировать исходя из многоплановости целевых задач ДЗЗ в основном, по тематической направленности с учетом ведомственной ориентации и применяемых информационных технологий (см. рис3), а именно:

- гидрометеорологические космические комплексы (КК гидрометеорологического обеспечения «Метеор-3М», (рис.4) «Метеор-ММ», геостационарные гидрометеорологические КК «Элктро-Л», «Элктро-М»);
- оптико-электронные космические комплексы зондирования Земли:
 - КК «Вулкан-Канопус» (рис.5) со сканерами оптического и микроволнового диапазонов малого разрешения на борту, который предназначен для мониторинга: океана, включая ледовый покров, биологические ресурсы, картирование, водных ресурсов; включая снежный покров, водозапас бассейнов рек; чрезвычайных ситуаций, водной экологии и бюджета углерода.
 - КК «Ресурс-П» с оптико-электронными сканерами высокого и среднего разрешения на борту, который предназначен для мониторинга: земельных, лесных и минеральных ресурсов, чрезвычайных ситуаций, наземной экологии.
 - КК радиолокационного наблюдения «Аркон-2».

Следует отметить, что в научных кругах длительное время обсуждается вопрос о космических средствах для проведения научных исследований. Однако финансовые ограничения исключают в обозримое время возможность использования в полной мере в качестве таковых специализированных КА. Поэтому при планировании исследовательских и экспериментальных работ следует ориентироваться на утилизацию много функциональных КА ДЗЗ. Вместе с тем, представляет интерес использование для этих целей микро -КА запускаемых в качестве дополнительной нагрузки.

Для обеспечения данными ДЗЗ, в том числе на коммерческой основе, федеральных, региональных пользователей, юридических, физических лиц структура ФКС ДЗЗ предусматривает много функциональный наземный комплекс приема, обработки и распространения информации (НКПОР ДЗЗ), состоящий из двух эшелонов:

- НКПОР-Ц (центральный), включающий аппаратно-программные комплексы Системного оператора и Центра приема и обработки и архивации информации.
- НКПОРы-В(Р) (ведомственные, региональные) включающие: ведомственные (региональные) информационно-аналитические Центры и территориально распределенные сети земных станций приема и обработки данных ДЗЗ, которые входят в состав ФСС ДЗЗ функционально. (см. рис3).

НКПОР планируется развивать и модернизировать в обеспечение эксплуатации КК, предусмотренных ФКП 2006-2015гг. При этом НКПОР должен иметь технические возможности обеспечения расположенных на территории России пользователей данными космических съемок также с зарубежных КА ДЗЗ, а пользователей за рубежом - данными с отечественных КА.

Разработка и эксплуатация НКПОР финансируется за счет бюджетных ассигнований по Федеральной космической программе, другим федеральным и региональным программам, предусматривающим использование космических средств ДЗЗ, а также - внебюджетных ассигнований.

Заключение

Системному подходу к решению проблем спутникового мониторинга Земли нет альтернатив. При реализации программ ДЗЗ архиважным представляется соблюдение таких обще признанных системных принципов, как: динамизм, преемственность, приемлемость,

Динамизм проявляется в сущности прогрессивного развития ДЗЗ, методах и средствах его осуществления. Проблема ДЗЗ обладает ярко выраженными пространственно-временными свойствами. Пространство и время выступают, с одной стороны, как метрические характеристики космических средств, с другой стороны, - коррелятом "глобальных" целей и задач ДЗЗ. Динамизм обуславливает научный и творческий подход к решению проблемы..

Преемственность и совместимость выступают, как множество свойств ДЗЗ, методы и средства которого разрабатываются и применяются с использованием научно-технического задела. Системы ДЗЗ функционируют во взаимодействии с внешней средой в интересах и благодаря и окружению.

Приемлемость предполагает со размеренность выдвигаемых программами ДЗЗ целей и имеющихся средств для их реализации.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЗЗ

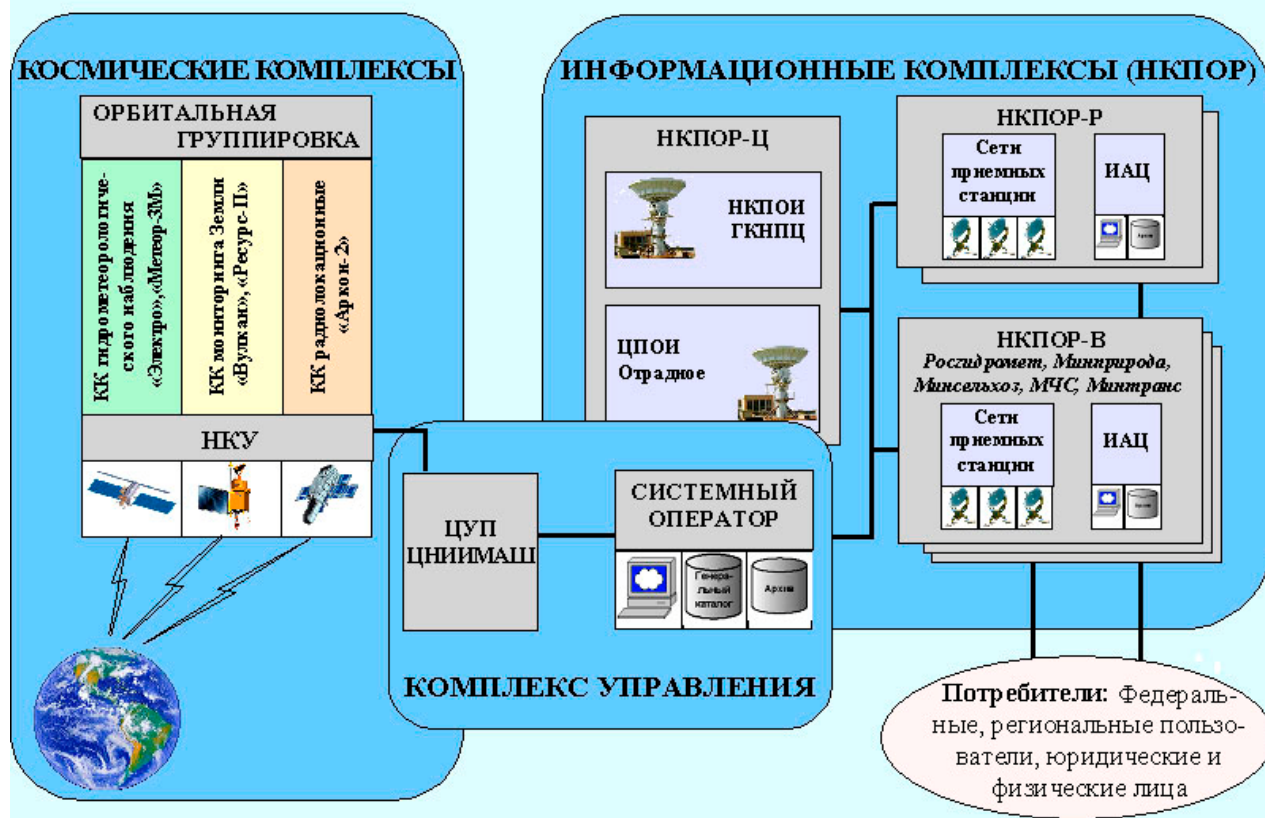


Рис.3. Федеральная космическая программа



Рис. 4. «Метеор-М»

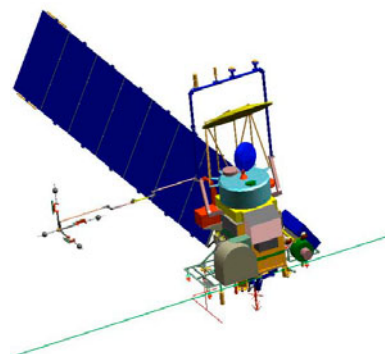


Рис. 5. «Вулкан-Канопус»